

BODEN FÜR DIE ZUKUNFT

Er ist die wichtigste natürliche Ressource der Landökosysteme. Auf und in ihm gedeihen ein Grossteil der Organismen. Mit seiner Hilfe produziert der Mensch die meisten Nahrungsmittel und Futter für sein Vieh: der Boden.

Anjeni, Äthiopien, im April 1984. Die Wahl einer neuen Forschungsstation des Geographischen Instituts ist auf Anjeni gefallen. Diese Station soll ausnahmsweise in einer niederschlagsreichen, von Hunger verschonten, agroökologisch begünstigten Region Äthiopiens liegen. Trotzdem soll sie wie die bereits bestehenden Stationen Umweltforschung zum Thema Boden ermöglichen. Die Landschaft ist lieblich, hügelig, es ist Ende der Trockenzeit. «Wir haben keine Probleme mit Hunger», sagt Dagneb Bizuneh, ein 27jähriger Bauer. Gerade in diesem Jahr aber kämpfen andere äthiopische Bauern weniger als 150 km Luftlinie von Anjeni entfernt um ihr Überleben. Viele ohne Erfolg, da sie keine Hilfe erreicht. Dagneb stellt sich seit der Ankunft der Forschergruppe als Kontaktmann zur lokalen Bauernvereinigung zur Verfügung. Woreta Abera ist Mitglied der Gruppe und übersetzt für die Schweizer vom Amharischen ins Englische. Er ist designierter Leiter der neu aus-



Dagneb Bizuneh: «Erosion ist kein Problem für uns.»

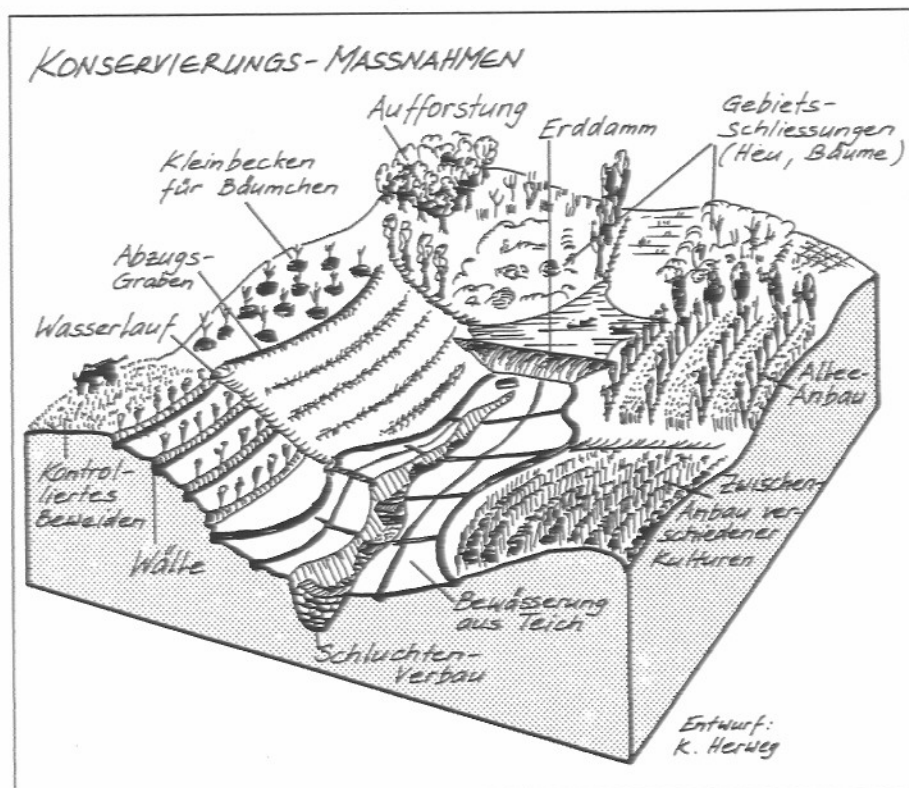
gewählten Station und erfahrener Konservierungsspezialist des äthiopischen Landwirtschaftsministeriums.

Für Woreta ist die Situation in Anjeni aber alles andere als lieblich: «Über 60% des kleinen, 100 Hektar grossen Tälchens des Minchet-Flusses sind Kulturland, extrem anfällig für Bodenerosion. Schäden in Form von Rinnen, Schluchten und verminderter Bodentiefe sind überall, auf Kulturland wie auf Weideland offensichtlich. Wald gibt es keinen mehr.» Für Dagneb, den Bauern, aber gibt es keine Erosionsprobleme. Warum nicht?

Weltweite Bedrohung

Weltweit ist Ackerboden durch Degradation, Überbauung, Belastung mit Fremdstoffen und Übernutzung bedroht. Bei der Degradation ist die Bodenerosion der wichtigste Prozess neben biologischer, physikalischer und chemischer Verschlechterung. Wasser und Wind verlagern Bodenteilchen. Es entstehen unnütze Akkumulationen am Hangfuss, während grosse Hangflächen den Boden verlieren. Vor allem in den Entwicklungsländern ist die Bodenzerstörung zu einer riesigen Bedrohung geworden, obschon einige der zerstörerischen Prozesse schon seit Jahrhunderten ablaufen. Gründe dafür sind die Bevölkerungsentwicklung, mangelnde Alternativen zum Selbstversorgungsakkerbau und die Marginalisierung der armen Bauern in steilen Hanglagen. Weltweit werden pro Jahr und Hektar Ackerland rund 16 Tonnen Bodenmaterial abgeschwemmt. Dies ist gemessen an der Bodenreuebildung rund viermal zuviel. An steilen Hanglagen steigt das Missverhältnis bis auf 1:75. Warum wird angesichts dieser Tatsache weltweit nicht viel mehr unternommen, um der selbstmörderischen Prozesse Herr zu werden? (Vgl. Kasten.)

Der Verfasser Hans Hurni ist Leiter der Gruppe für Entwicklung und Umwelt des Geographischen Instituts der Universität Bern. Er forscht seit 1974 schwergewichtig in Äthiopien, hat fast 10 Jahre lang dort gelebt und dabei das Forschungsprojekt Bodenkonservierung begründet.



Möglichkeiten für Bodenkonservierung im äthiopischen Kontext.

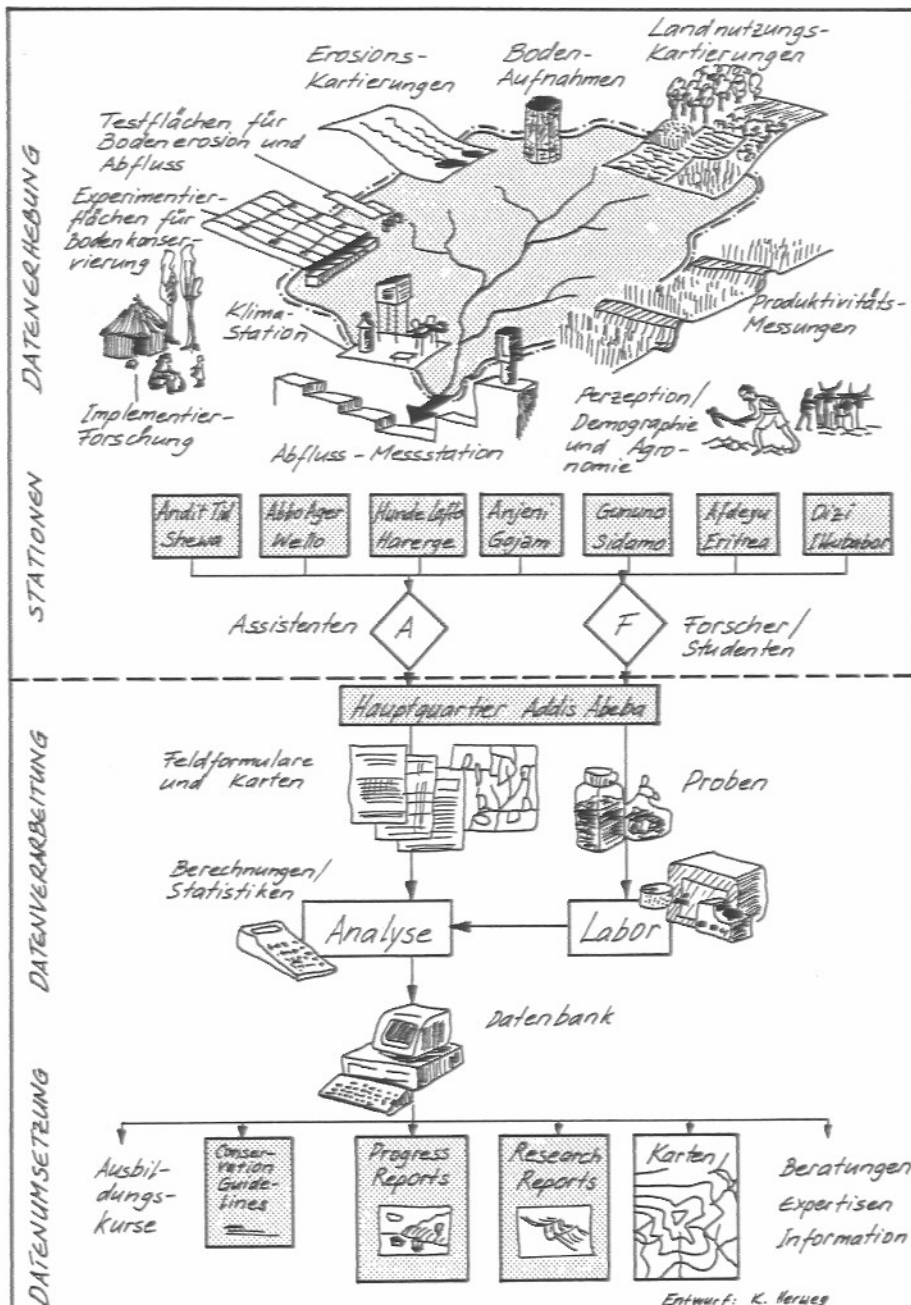
Boden kann geschützt werden...

Traditionelle Beispiele des angepassten Bodenschutzes gäbe es viele: Die Inka-Terrassen bei Machu Pichu in Peru, die nepalischen Bewässerungsterrassen, die harmonisch aussehenden, steilen Täler mit ökologisch stabilen Reisanbauflächen auf Bali, die schwindelerregenden, bis zu zehn Meter hohen Trockensteinmauern der jemenitischen Terrassen des «Arabia felix». Was sind die Gemeinsamkeiten dieser angepassten landwirt-

schaftlichen Hochkulturen? Offenbar werden Terrassen in den traditionell terrasierten Gebieten hauptsächlich für Wasserkonservierung oder für Bewässerung gebaut und nicht als Mittel gegen Bodenerosion. Unter Bodenkonservierung versteht man alle planerischen, technischen und biologischen Massnahmen, die zu einer reduzierten Degradation führen. Konkret sind das einerseits Veränderungen in der Landnutzung,

zum Beispiel von Kulturland zu Weideland, andererseits Terrassierungen aller Arten, von Erdwällen zu Steinmauern, und schliesslich alle Verbesserungen der schutzbringenden Pflanzendecke. Schon seit 1974 engagiert sich das Geographische Institut, angeregt durch Prof. Bruno Messerli, mit Forschung zum Thema Bodenkonservierung in Drittweltländern, z.B. in Äthiopien, Thailand, Nepal und Kenya. 1981 entstand in

Äthiopien mit Unterstützung der Direktion für Entwicklungszusammenarbeit und humanitäre Hilfe des Bundes ein landesweites Forschungsprogramm Bodenkonservierung, das vom Institut in Zusammenarbeit mit dem äthiopischen Landwirtschaftsministerium ausgeführt wird. Gemäss der Projektphilosophie besteht das Projekt aus nur zwei ausländischen Experten, die restlichen 30 Mitarbeiter und 10 Studenten sind Äthiopier.



Forschungsthemen und Aufbau des Forschungsprojekts Bodenkonservierung in Äthiopien.

Angewandte Umweltforschung

Anjeni ist die fünfte Station von mittlerweile sieben. Die meisten andern Stationen liegen in agroklimatisch exponierteren Zonen des Landes und in Gebieten mit viel höherer Bodendegradation, das heisst älterer Geschichte des Ackerbaus. Eine Station in der eigentlichen Getreidekammer Äthiopiens mit geringerer Degradierung sollte zeigen, ob hier in Zukunft nicht auch dieselben Probleme entstehen wie in den Hungergebieten. Der Forschungsansatz des Projekts ist interdisziplinär und integriert (siehe Kasten). Neben physikalischen Parametern wie Erosion, Bodenzerstörung, Hydrologie, Bodenkunde, Vegetation werden Humanparameter und Landnutzungssysteme erfasst. Es geht nicht nur um das Beschreiben und das Verstehen des Ist-Zustandes, sondern vor allem um die Stabilisierung und Verbesserung der Ressource Boden. Für letzteres ist eine enge Zusammenarbeit mit der lokalen Bevölkerung, den Behörden und der Regierung unumgänglich, denn angepasste Bodenkonservierung ist keine einfache Sache. Bei den Lösungsansätzen kamen die Erfahrungen der Schweizer Programme des Geographischen Instituts, vor allem die Mensch-Umwelt-Projekte UNESCO-MaB des Schweizerischen Nationalfonds, zum Zug. Eine Veränderung der Mensch-Umwelt-Beziehung, wie zum Beispiel die Bodenkonservierung, kann unter vielen verschiedenen Ansätzen erfolgen: Unter Zwang, durch Bezahlung von Bauern, durch Entgelt mit Weizen aus Überschussgebieten der Industrieländer, mit Anreizen verschiede-

ner Art, durch Einsicht der Notwendigkeit oder durch Aussicht auf Produktionssteigerung.

«Erosion ist kein Problem für uns»

Viele dieser Möglichkeiten müssen getestet werden, bevor sie auf breiter Basis angewandt werden können. Bisher haben sich Äthiopien und die kooperierenden Partner vor allem auf ein einziges System verlassen: «Nahrung für Arbeit». Damit konnten die Getreide-Überschüsse des Nordens, für alle plausibel und scheinbar umweltgerecht, an hungernde äthiopische Bauern abgegeben und erst noch

und im 100 Hektar grossen Einzugsgebiet unter Anleitung des Projekts gemessen worden. Sie ergaben, dass die Erosionsbeträge in dieser Getreidekammer sogar noch höher sind als in den Hungergebieten Äthiopiens. Bis zu 280 Tonnen Bodenverlust wurden 1984 und 1985 auf Kulturland gemessen. 1984 verliessen über 3000 Tonnen das Tälchen, 1985 waren es fast 6500 Tonnen. Die Bauern waren beeindruckt, als Woreta die Beträge in Lastwagen- und Eselsladungen umrechnete: «Ihr verliert jährlich 300–650 Lastwagen Boden aus dem Minchet-Tal und jeder Bauer bis zu 5600 Eselsladungen Ackerboden, während seine Ernte höchstens 30 Eselsladungen ausmacht.» Plötz-



Hunderte von Bauern engagieren sich beim Bau von Erdwällen und Abzugsgräben auf Kulturland.

Bodenkonservierung betrieben werden. Leider aber wurde jahrelang übersehen, dass dieses System nicht sehr wirkungsvoll ist: Bauern sahen den Nutzen der Massnahmen nicht ein, arbeiteten nur für das versprochene Getreide, ja zerstörten oft mutwillig eben errichtete Erdwälle auf ihren Feldern, weil sie deren Nutzen nicht einsahen. Die Meinung von Dagneu, dem Bauern von Anjeni, teilen die meisten äthiopischen Bauern: «Erosion ist kein Problem für uns.»

«5600 Eselsladungen Boden»

Anjeni, Äthiopien, März 1986. Zwei Jahre sind vergangen, seit das Projekt im Gebiet anlieft. Zahlreiche Messungen waren von Woreta Aberra und seinen Mitarbeitern auf Testflächen



Christoph Werner, ein Berner Student, und Woreta Aberra beim Messen von Bodenerosion in Testflächen: Bis zu 100 50-kg-Eselsladungen pro Jahr von jeder 6 x 30 m grossen Fläche.

lich erhielt das Konservierungsprogramm von den Behörden die notwendige Unterstützung. Die Motivation zur Konservierung, die Organisation von rund 800 Bauernfamilien zur Errichtung von Erdwällen und Abzugsgräben für Überschusswasser aus den Feldern war nun kein Problem mehr. Die Bauern brauchten nicht mehr als Tagelöhner angestellt zu werden, sie erhielten nicht «Nahrung für Arbeit», sondern waren von der Notwendigkeit zu handeln überzeugt. In weniger als drei Monaten waren die 100 Hektaren des Tälchens konser-



Motivations- und Mobilisationsarbeit der äthiopischen Behörden bei den Bauern von Anjeni. Im Hintergrund die Forschungsstation.

viert, was eine riesige Aufwendung von Arbeitszeit seitens aller Bauern, aber auch der Techniker und Behörden bedeutete. In einem «normalen» Konservierungsprojekt hätte diese Arbeit rund 100 000 Franken gekostet. Um den Bauern trotzdem zusätzliche Anreize zu verschaffen, beschloss das Projekt, die Gemeinschaft beim Bau einer lokalen Klinik zu unterstützen. Ein Beitrag von rund 20 000 Franken wurde für Zement, Holz, Wellblech und Möblierung gespendet, während die Bauerngenossenschaft auch hier Gratisarbeit, natürlich zu ihrem unmittelbaren Nutzen, leistete.

Information und Anreize...

Forschung als Thema der Entwicklungszusammenarbeit kann durchaus direkt in Verbesserungsprogrammen münden, wie das Beispiel Anjeni zeigt. Das Welternährungsprogramm der FAO, zahlreiche bilaterale und «Nichtregierungs»-Organisationen, die sich in Äthiopien mit einem Jahresaufwand von über 75 Millionen Franken in Konservierungsprogrammen engagieren, richteten in der Folge ihre Aufmerksamkeit auf Anjeni. Ein neuer methodischer Ansatz zur Verwirklichung von Umweltprojekten war geboren. Nicht direkte Bezahlung, sondern Information, Motivation, Mobilisation und Anreize waren die Schlagwörter. Das Forschungsprojekt wurde zunehmend für Messresultate, strategische Planung und methodische Ansätze zu Projektplanung und Evaluation beigezogen.

Ausbildungskurse für Techniker und Landwirtschaftsberater basierten auf einem vom Projekt entwickelten, in amharischer Sprache publizierten Handbuch für Bodenkonservierung, das Massnahmen nach ökologischen und sozio-ökonomischen Parametern differenziert.

Anjeni, Äthiopien, Februar 1989. Besuch des Projektleiters Dr. Martin Grunder mit Beratern aus einem andern äthiopischen Gebiet, dem Programm der deutschen Organisation «Menschen für Menschen» in Merhabete. Drei Jahre sind seit der Umsetzung der Konservierungsaktivitäten vergangen. Es war keine leichte Zeit, nicht für die Bauern und nicht für das Projekt. Alle machten die wichtige Erfahrung, dass Konservierung nicht mit dem Errichten von Erdwällen abgeschlossen ist. Jede Regenzeit, während und nach den Gewittern, mussten die Erdwälle unterhalten werden. Vieh durfte nach der Ernte nicht mehr die Stoppelfelder beweiden, da es sonst die Wälle zertrampelt hätte. Dadurch wuchs mehr Unkraut auf den Feldern, das sich kaum mehr pflügen liess. Mäuse nisteten sich in den Wällen ein und frassen das Getreide. Wegen der wegfallenden natürlichen Düngung durch Mist gingen die Erträge der ersten Getreideernten sichtbar zurück. Aber: Im selben Zeitraum sind die Terrassen gewachsen, die kultivierten Streifen hinter den Erdwällen wurden fast flach, die Erosion im Einzugsgebiet des Minchet-Flusses ging auf weniger als die Hälfte zurück. Das Forschungsprojekt konzentrierte sich in der Folge darauf, die

oben erwähnten Folgeprozesse mit den Bauern zu bearbeiten und Lösungsvorschläge zu machen, soweit keine lokalen Lösungen gefunden werden konnten. Die Leute von «Menschen für Menschen», wie viele andere vor ihnen zu Besuch im Minchet-Tal, wollen das «Modell Anjeni» in ihrem 3600 km² grossen Gebiet umsetzen, in dem fast 300 000 Menschen wohnen (siehe UNI PRESS intern, Juni 1988). Das Modell Anjeni macht Schule, weil es Mitbestimmung und Motivation durch Aufklärung fördert, statt mit Almosen Abhängigkeiten zu erzeugen.

Anjeni, Äthiopien, im April 1989. Fünf Jahre sind seit dem Aufbau der Forschungsstation vergangen. Dagnew Bizuneh, heute 32, hat inzwischen geheiratet und drei Kinder auf die Welt gesetzt. Beruflich ist er auch weitergekommen. Er besuchte auf Anregung der Projektmitarbeiter die Dorfschule und absolvierte erfolgreich neben kleinen Mitschülern die ersten vier Klassen der Grundschule. Das Projekt hat ihn für Hilfsarbeiten permanent angestellt, so dass er die Produktionsausfälle auf seinen Feldern kompensieren kann. Ein grosser Augenblick ist für Dagnew gekommen. Er wird von einem äthiopischen Geschichteschreiber interviewt und von einem Schweizer Fotografen abgelichtet. Thema des geplanten Buches: «Learning from Anjeni». Es soll eine illustrierte Dokumentation über die Probleme und Erfolge von Anjeni werden, in amharischer Sprache und mit einer landesweiten Verbreitung. Ein weiteres Teilprojekt des For-

Wie schnell erodiert der Boden?

Seit 1981 werden auf rund hundert Testflächen in den sieben Stationen des Projekts auf Feldern von Bauern, auf Weideflächen und an konservierten Hängen bei jedem Niederschlagsereignis Abfluss und Bodenabtrag gemessen. Über 3000 Ereignismessungen konnten so zusammengetragen werden. Im Schnitt erodieren pro Hektar Kulturland im ganzen Land 42 Tonnen Bodenmaterial pro Jahr, beim Grasland sind es 5 Tonnen und der Landesdurchschnitt liegt bei 12 Tonnen. Riesige Beträge, wenn in Anzahl

Lastwagenladungen umgerechnet, riesige Beträge auch, wenn ihr Düngerwert gerechnet wird. Aber was bedeuten sie für den einzelnen Bauern? Für ihn ist die Produktionseinbusse relevant und nicht der verlorene Boden. Spezialprogramme zur Beziehung zwischen Erosion und Produktion werden ebenfalls im Projekt angegangen. 42 Tonnen Boden entsprechen rund 4 mm Bodentiefe. Ein 80 cm mächtiger Boden ist demnach bei gleichbleibender Landnutzung und Erosion in rund 200 Jahren vollständig ero-

diert. Nun wird klar, dass eine solche Langzeitperspektive für den Bauern keine Bedeutung haben kann. Und doch leiden die heutigen Bauern Äthiopiens, rund 85% der 50-Millionen-Bevölkerung, unter der Missachtung der Erosionsprozesse durch ihre Vorfahren, die das Hochland zum Teil seit über 2500 Jahren bebauen. Dieses hohe Alter der Landwirtschaft im äthiopischen Gebirge konnte durch ¹⁴C-Datierungen des Physikalischen Instituts für eine der Stationen ermittelt werden. Weitere Themen

des Projekts befassen sich mit dem Gebietsaustrag an Wasser und Sedimenten der kleinen Täler, in denen sich die Stationen befinden. Resultate kommen vor allem der Planung von Dammbauten zugute. Neue Ansätze zu Bodenkonservierung, Wirksamkeit und Nachhaltigkeit von Projekten, zur Anleitung von Technikern und Beratern, zur strategischen Planung der riesigen Programme der Administration sind weitere Teile des umfassenden Forschungsprojekts.

schungsprogramms. Dagnew wird heute wiederum sagen können: «Erosion ist kein Problem für uns.» Allerdings diesmal vor dem Hintergrund der erfolgreichen Erfahrungen mit Bodenkonservierung im Minchet-Tälchen. In der Tat präsentiert sich das 100 Hektar grosse Einzugsgebiet mit

seiner ganzen Lieblichkeit. Hier wird Landwirtschaft noch viele Generationen lang nachhaltig möglich sein, falls die neue Sorgfalt im Umgang mit der Ressource Boden erhalten bleibt. Noch ist aber nicht klar, wie man diese Sorgfalt auf die übrigen rund 18 Millionen Hektar Kulturland und

die rund 62 Millionen Hektar Weideland Äthiopiens umsetzt. Von dieser Fläche sind nach 10 Jahren grosser Bemühungen erst ungefähr 10% konserviert...

Dr. Hans Hurni
Geographisches Institut

Geologische Tiefenstruktur der Schweiz

ECHO AUS DER TIEFE

Mit mehreren tausend «Erdmikrophonen» horchen Erdwissenschaftler auf Echos aus dem tiefen Untergrund der Schweiz. Die Echos stammen von künstlich ausgelösten Erdbebenwellen und geben Hinweise auf die Zusammensetzung der Gesteine und die Struktur der Gesteinsschichten.

Das Nationale Forschungsprogramm 20, finanziert durch den Schweizerischen Nationalfonds, bezweckt die Erkundung der geologischen Tiefenstruktur der Schweiz. Der Hauptteil der Forschungsmittel wird für geophysikalische Messmethoden eingesetzt. Das Geologische Institut der Universität Bern ist unter anderem an einer Traverse durch die Ostschweiz mitbeteiligt, einer Traverse, die auch ein Segment einer Europäischen Linie, vom Nordkap bis nach Tunesien reichend, darstellt. Die Untersuchungen des NFP 20 sollten z.B. auch Rückschlüsse auf die geologischen Verhältnisse beim Bau unterirdischer Verkehrswege (u.a. NEAT-Basistunnels) und auf das Erdbebenrisiko in der Schweiz geben.

Bei der seismischen Methode der Tiefenerkundung werden an der Erdoberfläche künstliche Erdbeben erzeugt. Die Wellen breiten sich, ähnlich dem Echolotverfahren, im Untergrund aus und werden an bestimmten Gesteinsschichten reflektiert. Die reflektierten Wellen erreichen nach einer bestimmten Zeit wieder die Erdoberfläche, wo sie von Geophonen registriert werden. Diese «Erdmikrophone» sind auf einer Länge von ca. 20 km hintereinander angeordnet und durch ein Messkabel miteinander verbunden (vgl. Fig. 1).

Bei der Erzeugung der künstlichen Erdbeben bedient man sich zweier Energiequellen. Im einen Fall zündet man eine Sprengladung von 50–2000 kg Dynamit, die auf ein oder mehrere Bohrlöcher verteilt ist. Diese Methode wird vor allem für Echos

aus grossen Tiefen von 20–60 km eingesetzt. Im andern Fall werden die Erschütterungen durch sogenannte Vibratoren erzeugt. Hierbei handelt es sich um spezielle Lastwagen, die sich auf eine Grundplatte aufbocken können und dann durch einen Motor mit bestimmten Frequenzen gerüttelt werden. Im Falle des NFP 20 wurden sechs derartige Vibratoren eingesetzt, die simultan und in Phase «zitterten».

len, deren Geschwindigkeit je nach Gesteinsart verschieden ist. Ändert sich mit der Tiefe die Geschwindigkeit und/oder die Dichte der von der Welle durchlaufenen Gesteinsschichten an einer Grenzfläche abrupt, so wird ein Anteil der seismischen Energie zurückreflektiert. Je grösser die Unterschiede zwischen den Dichten und/oder den Geschwindigkeiten von zwei übereinanderliegenden Schich-

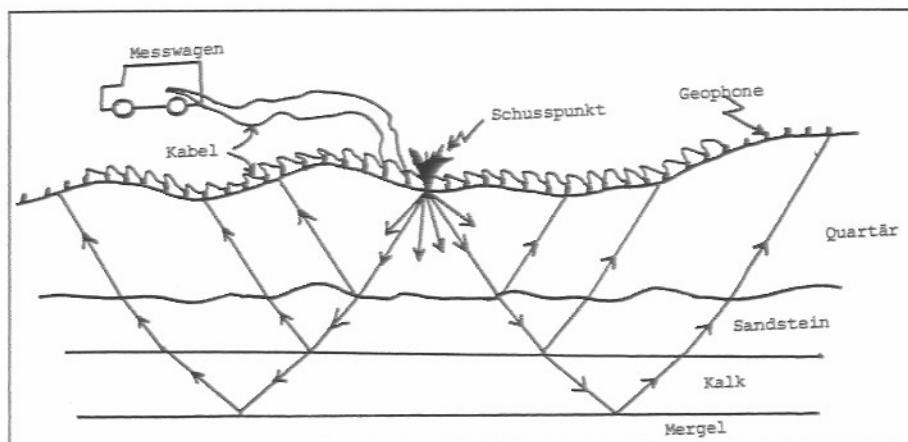


Fig. 1: Am Schusspunkt werden durch Sprengung oder Vibration seismische Wellen erzeugt, die an bestimmten Schichtgrenzen reflektiert werden und dann an der Oberfläche durch die «Erdmikrophone» registriert werden.

Die von den Geophonen registrierten «Echos» werden im Messwagen von einem mobilen Computer direkt auf Magnetbändern gespeichert. Die anschliessende Datenverarbeitung erfolgt auf Grosscomputer.

Was für Strukturen verursachen nun eigentlich Echos? Seismische oder Erdbebenwellen sind elastische Wel-

ten sind, desto grösser ist der Anteil der reflektierten Energie, d.h. desto höher ist die Reflektivität der Grenzschicht.

Neben der eigentlichen Gesteinszusammensetzung, welche die Dichte und elastischen Eigenschaften (und somit die seismische Geschwindigkeit) direkt beeinflussen, kann die Re-